

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки Прикладная математика и информатика
Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
«Анализ потока людей средствами компьютерного зрения»

УДК 004.5:519.872

Студент


Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ41	Попов Никита Алексеевич		

Руководитель


Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Семенов М.Е.	к.ф.-м.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		20.05.18

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		28.05.18

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крицкий О.Л.	к.ф.-м.н., доцент		

Томск – 2018 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Школа Инженерная школа ядерных технологий
Направление подготовки (специальность) Прикладная математика и информатика
Отделение школы (НОЦ) Отделение экспериментальной физики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
ОВ41	Попову Никите Алексеевичу

Тема работы:

«Анализ потока людей средствами компьютерного зрения»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Видеоролики, данные с камер видеонаблюдения, на которых запечатлено движение потока людей.
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Знакомство с предметной областью 2. Изучение учебной и периодической литературы по компьютерному зрению и методам обработки изображений 3. Изучение существующих программных инструментов компьютерного зрения 4. Сбор, предварительная подготовка и обработка исходных данных 5. Выбор параметров и проведение обучения на тренировочных выборках, выделение классов. Проведение моделирования 6. Анализ полученных результатов
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Меньшикова Е.В.
Социальная ответственность	Федорчук Ю.М.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Семенов М.Е.	к.ф.-м.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0В41	Попов Никита Алексеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
0В41	Попову Никите Алексеевичу

Институт	Бакалавр	Кафедра	Прикладная математика и информатика
Уровень образования		Направление/специальность	


**Тема дипломной работы: Определение аномального поведения средствами
компьютерного зрения**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:
<ol style="list-style-type: none"> Целью данной работы является восстановление пропусков в мета-базе различными методами с последующим сравнительным анализом их качества. Описание рабочего места на предмет возникновения: <ul style="list-style-type: none"> вредных проявлений факторов производственной среды (освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:
<ol style="list-style-type: none"> Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: <ul style="list-style-type: none"> приводятся данные по оптимальным и допустимым значениям микроклимата на рабочем месте, перечисляются методы обеспечения этих значений; приводится расчет освещенности на рабочем месте; приводятся данные по реальным значениям шума на рабочем месте и мероприятия по защите персонала от шума, при этом приводятся значения ПДУ, средства коллективной защиты, СИЗ; приводятся данные по реальным значениям электромагнитных полей на рабочем месте, в том числе от компьютера или процессора, если они используются, перечисляются СКЗ и СИЗ; приведение допустимых норм с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности <ul style="list-style-type: none"> приводятся данные по значениям напряжения используемого оборудования, классификация помещения по электробезопасности, допустимые безопасные для человека значения напряжения, тока и заземления (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); перечисляются СКЗ и СИЗ; приводится классификация пожароопасности помещений, указывается класс пожароопасности помещения, перечисляются средства пожарообнаружения и принцип их работы, средства пожаротушения, принцип работы, назначение, маркировка; пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия).

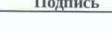
<ul style="list-style-type: none"> – наличие отходов (бумага, картриджи, компьютеры и т. д.); – методы утилизации отходов.
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Приводятся возможные для Сибири ЧС; Возможные ЧС: морозы, диверсия - разрабатываются превентивные меры по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.
<p>Перечень графического материала:</p> <p>1) Пути эвакуации</p> <p>2) План размещения светильников на потолке рабочего помещения</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	26.02.2018г.
--	--------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Федорчук Ю.М.	д.т.н.		26.02.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ41	Попов Никита Алексеевич		26.02.18

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
ОВ41	Попову Никите Алексеевичу


Институт	ФТИ	Кафедра	ВММФ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Прикладная математика и информатика

Тема дипломной работы: **Выявление аномального поведения по видеорядам с использованием компьютерного зрения**


Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1.Стоимость расходных материалов 2.Норматив заработной платы
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	1.Коэффициенты для расчета заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	1.Отчисления во внебюджетные фонды (30%) 2.Расчет дополнительной заработной платы (12%)
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	1.Потенциальные потребители результатов исследования; 2.Анализ конкурентных технических решений; 3.SWOT – анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	1.Структура работ в рамках научного исследования; 2.Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; 3.Бюджет научно - технического исследования (НТИ).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	1.02.18
--	---------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Меньшикова Е.В.	к.ф.н.		1.02.18

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
ОВ41	Попов Никита Алексеевич		16.02.18

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
ПК-1	К самостоятельной работе
ПК-2	Использовать современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования
ПК-3	Использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на ЭВМ, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение
ПК-4	Настраивать, тестировать и осуществлять проверку вычислительной техники и программных средств
ПК-5	Демонстрировать знание современных языков программирования, операционных систем, офисных приложений, Интернета, способов и механизмов управления данными; принципов организации, состава и схемы работы операционных систем
ПК-6	Решать проблемы, брать на себя ответственность
ПК-7	Проводить организационно-управленческие расчеты, осуществлять организацию и техническое оснащение рабочих мест
ПК-8	Организовывать работу малых групп исполнителей
ПК-9	Определять экономическую целесообразность принимаемых технических и организационных решений
ПК-10	Владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
ПК-11	Знать основные положения законы и методы естественных наук; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат
ПК-12	Применять математический аппарат для решения поставленных задач, способен применять соответствующую процессу математическую модель и проверять ее адекватность
ПК-13	Применять знания и навыки управления информацией
ПК-14	Самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук
<i>Универсальные компетенции</i>	

ОК-1	Владеть культурой мышления, иметь способности к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения
ОК-2	Логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь
ОК-3	Уважительно и бережно относиться к историческому наследию и культурным традициям, толерантно воспринимать социальные и культурные различия; понимать движущие силы и закономерности исторического процесса, место человека в историческом процессе, политической организации общества
ОК-4	Понимать и анализировать мировоззренческие, социально и личностно значимые философские проблемы
ОК-5	Владеть одним из иностранных языков на уровне бытового общения, а также переводить профессиональные тексты с иностранного языка
ОК-6	К кооперации с коллегами, работе в коллективе
ОК-7	Находить организационно-управленческие решения в нестандартных ситуациях и готов нести за них ответственность
ОК-8	Использовать нормативно-правовые документы в своей деятельности
ОК-9	Стремиться к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства
ОК-10	Осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности
ОК-11	Использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач
ОК-12	Анализировать социально значимые проблемы и процессы
ОК-13	Использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОК-14	Понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОК-15	Оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы
ОК-16	Создавать и редактировать тексты профессионального назначения

ОК-17	Использовать для решения коммуникативных задач современные технические средства и информационные технологии
ОК-18	Владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, быть способным к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности

Реферат

Пояснительная записка к выпускной квалификационной работе выполнена на 83 страницах машинописного текста, 21 рисунок, 11 таблиц, 30 формул, 24 источника, 1 приложение, 1 листинг.

Ключевые слова: КОМПЬЮТЕРНОЕ ЗРЕНИЕ, ДЕВИАНТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ, АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ, СВЁРТОЧНАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ.

Объект исследования: видеоролики, содержащие движение групп либо потоков людей.

Цель исследования: Разработать программу, способную распознать отклонения (нарушения) в поведении группы людей.

Методы проведения исследования: теоретические и практические.

Полученные результаты: Разработана программа, анализирующая и обрабатывающая исходные данные с использованием технологии компьютерного зрения, способная распознать нарушения в группе людей.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ Р 1.5 – 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные в Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения.
2. ГОСТ 7.1 – 2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.
3. ГОСТ 12.4.011-75 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация.
4. ГОСТ 12.1.012-96 Вибрационная безопасность. Общие требования.

5. ГОСТ 12.1.036-81 Система стандартов безопасности труда. Шум. Допустимые уровни в жилых и общественных зданиях.
6. ГОСТ 12.0.002-80 Система стандартов безопасности труда. Термины и определения.
7. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
8. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

компьютерное зрение: способность компьютера «видеть» и классифицировать объекты на изображении.

девиантное поведение: поведение людей, считающиеся в конкретном случае отклонением от нормы.

анализ изображений: процесс, при котором компьютер, используя различные алгоритмы, обрабатывает и отдает требуемые сведения об изображении.

Оглавление

Введение	15
1 Введение в компьютерное зрение и выбор инструментов	16
1.1 Задачи и функции компьютерного зрения	16
1.2 Девиантное поведение	17
1.3 Задача определения аномального поведения	18
1.4 Свёрточная нейронная сеть	19
1.4.1 Задача классификации	20
1.4.2 Структура сверточной сети	20
1.4.2.1 Входной слой	21
1.4.2.2 Сверточный слой	22
1.4.2.3 Предвыборочный слой	24
1.4.2.4 Полносвязный слой	25
1.4.2.5 Выходной слой	27
1.4.2.6 Выбор функции активации	27
1.5 Обзор программных инструментов	28
1.5.1 Библиотека для работы с изображениями OpenPose	29
1.5.2 Обучающие выборки	31
1.6 Постановка цели и задач исследования	32
2 Результаты проведенного исследования	32
2.1 Входные данные и критерии аномального поведения	32
2.2 Получение ключевых точек	33
2.3 Применение функции постобработки	33
2.3.1 Разговоры между участниками ЕГЭ	34
2.3.2 Использование мобильного телефона/шпаргалок	35
2.4 Анализ результатов	36
3 Социальная ответственность	38
3.1 Описание рабочего места	38
3.2 Анализ опасных и вредных факторов	39
3.3 Микроклимат в помещении	43
3.4 Освещенность рабочей зоны	45
3.5 Электромагнитное поле	49
3.6 Производственный шум и вибрация	50
3.7 Психофизиологические факторы и опасные факторы	52
3.8 Электростатическое поле	53
3.9 Электробезопасность	53
3.10 Пожарная безопасность	56
3.11 Охрана окружающей среды	58
3.12 Защита в чрезвычайных ситуациях	58
3.13 Выводы и рекомендации	59

4	Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	61
4.1	Потенциальные потребители результатов исследования	61
4.2	Анализ конкурентных технических решений	62
4.3	SWOT-анализ	64
4.4	Планирование научно-исследовательских работ	66
4.4.1	Структура работ в рамках научного исследования	66
4.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования	67
4.5	Бюджет научно-технического исследования	71
4.5.1	Затраты на материалы	71
4.5.2	Основная заработная плата	72
4.5.3	Отчисления во внебюджетные фонды	74
4.5.4	Расчет затрат на научные и производственные командировки	75
4.5.5	Контрагентные расходы	75
4.5.6	Накладные расходы	75
4.5.7	Формирование бюджета затрат НТИ	76
4.6	Выводы	76
5	Заключение	78
6	Список используемых источников	79
	Приложение А	82
	Листинг 1	83

Введение

Область компьютерного зрения может быть охарактеризована как молодая, разнообразная и динамично развивающаяся. И хотя существуют более ранние работы, можно сказать, что только с конца 1970-х началось интенсивное изучение этой проблемы, когда компьютеры получили настолько большие вычислительные мощности, что смогли управлять обработкой больших наборов данных, таких как изображения. Однако подобные исследования обычно начинались с других областей, и, следовательно, нет стандартной формулировки проблемы компьютерного зрения. Также, и это даже более важно, нет стандартной формулировки того, как должна решаться проблема компьютерного зрения. Вместо этого существует масса методов для решения различных строго определенных задач компьютерного зрения, где методы часто зависят от задач и редко могут быть обобщены для широкого круга применения. Многие из методов и приложений все еще находятся в стадии фундаментальных исследований, но все большее число их находит применение в коммерческих продуктах. Там они часто составляют часть большей системы, которая может решать сложные задачи (например, в области медицинских изображений или измерения и контроля качества в процессах изготовления, сферах безопасности, автоматизации, и т.д.). В большинстве практических применений компьютерного зрения компьютеры предварительно настроены для решения отдельных задач, но методы, основанные на знаниях, становятся все более общими [1].

Не так давно для получения хорошего цветного изображения нужно было потратить значительные средства, сейчас для этого достаточно и нескольких сотни долларов. Таким образом, проводить серьезные исследования и решать многие повседневные задачи теперь можно с помощью методов компьютерного зрения. Компьютерное зрение применяется довольно широко как в относительно старых областях (например, управление мобильными роботами, промышленные средства наблюдения, военные приложения), так и в сравнительно новых (взаимодействие человек-

компьютер, поиск изображения в цифровых библиотеках, анализ медицинских изображений и реалистичная передача смоделированных сцен в компьютерной графике.

1 Введение в компьютерное зрение и выбор инструментов

1.1 Задачи и функции компьютерного зрения

Наиболее распространенные задачи компьютерного зрения:

- 1) Распознавание – одна из базовых и первостепенных в компьютерном зрении, обработке изображений и машинном зрении, которая заключается в определении, содержат ли видеоданные некоторый характерный объект, особенность или активность.
- 2) Движение - несколько задач, связанных с оценкой движения, в которых последовательность изображений (видеоданные) обрабатываются для нахождения скорости каждой точки изображения или 3D сцены.
- 3) Восстановление сцены. Даны два или более изображения сцены или видеоданные. Восстановление сцены имеет задачей воссоздать трехмерную модель изображения. В простейшем случае моделью может быть набор точек трехмерного пространства
- 4) Восстановление изображений - это удаление шума (шум датчика, размытость движущегося объекта и т. д.)

Также выделяют основные функции компьютерного зрения:

- 1) Получение изображений. Цифровые изображения поступают от одного или нескольких датчиков изображения, которые помимо различных типов светочувствительных камер включают датчики расстояния, радары, ультразвуковые камеры и т. д.
- 2) Предварительная обработка. Перед тем, как методы компьютерного зрения могут быть применены к видеоданным с тем, чтобы извлечь определенную долю информации, необходимо

обработать видеоданные для того, чтобы они удовлетворяли некоторым условиям, в зависимости от используемого метода.

3) Выделение деталей. Детали изображения различного уровня сложности выделяются из видеоданных.

4) Детектирование/сегментация. На определенном этапе обработки принимается решение о том, какие точки или участки изображения являются важными для дальнейшей обработки.

5) Высокоуровневая обработка. На этом шаге входные данные обычно представляют небольшой набор данных, к примеру набор точек или участок изображения, в котором предположительно находится определенный объект.

1.2 Девиантное поведение

Множество современных предприятий, как крупных промышленных гигантов, так и предприятий мелкого и среднего бизнеса, используют системы видеонаблюдения в целях безопасности и наблюдения за сотрудниками. Анализ видеоматериала осуществляется, в основном, оператором-человеком, на монитор которого выводится изображение с нескольких камер наблюдения. Но человек не всегда точно может определить нетипичное (девиантное) поведение объекта, за которым производится наблюдение, в силу своей утомляемости, вероятности того, что он может отвлечься, и из-за других субъективных факторов.

Обнаружение девиантного (аномального) поведения - это ключевой шаг для приложений компьютерного зрения. Несмотря на то, что распознавание человеческих действий в последнее время привлекает огромное внимание, некоторые случаи остаются во многом не решенными для развертываемых систем наблюдения. Во-первых, девиантное поведение сложно определить однозначно. Подозрительное поведение в одном случае может быть рассмотрено как нормальное в другом. Несмотря на это, множество современных подходов полагаются на контролируемые методы

обучения, «аномальное поведение» должно быть вполне определенным в некоторой последовательности данных для обучения.

1.3 Задача определения аномального поведения

Общей задачей данной работы является создание интеллектуальной надстройки над системой видеонаблюдения осуществляющей функцию выявления нетипичного поведения объекта наблюдения. Структура системы с такой функцией строится на основе распределенной схемы размещения камер видеонаблюдения, фиксирующих действия объектов наблюдения, выполняющих некие действия, либо одной камеры, которая охватывает всю область расположения объектов.

В качестве основного инструмента анализа видеоизображения возможно использование нейронных сетей. В настоящей работе предлагается рассмотреть комплексную методику анализа видеoinформации с использованием искусственных нейронных сетей и графовых моделей. Применение графовых моделей обусловлено необходимостью предварительной обработки видео с целью выделения на ней активной области, где непосредственно присутствует объект наблюдения – человек, представленный в виде взаимосвязанного графа-скелета и выполняющий действия. Граф рассматривается как совокупность характерных точек – вершин графа (рис. 14), изменение положения которых однозначно характеризует выполнение некоторой операции или действия. Каждая вершина графа описывается тремя координатами и скоростью их изменения во времени. От этих данных зависит количество входов нейронной сети, осуществляющей определение девиантного поведения.

Обучение нейронных сетей проводится в автономном режиме. На вход сети подаются все вариативные изменения положений характерных точек с целью определения последовательности повторяющихся действий, характеризующих недопустимое поведение. Далее эти зависимости

представляется в виде графа переходов. Соответствие этому графу (с достаточной долей погрешности) определяется как девиантное поведение.

Данный подход, основанный на распознавании девиантного поведения и контроле действий, позволит вовремя выявлять отклонение в поведении человека в различных ситуациях (производство или места массового скопления людей, как вокзалы, больницы, площади и др.). Возрастающая необходимость автоматизированного и автоматического анализа различного рода изображений и видео актуализирует дальнейшие исследования в рамках данной проблематики. Требуется дальнейшего изучения вопрос выбора алгоритма предварительной подготовки (скелетизации) изображения и видео. Так же необходимо исследовать применение других алгоритмов распознавания как альтернативы нейросетевой методики.

1.4 Свёрточная нейронная сеть

Впервые нейронные сети (НС) привлекли всеобщее внимание в 2012 году, когда Алекс Крижевски выиграл олимпиаду по машинному зрению ImageNet, снизив рекорд ошибок классификации с 26% до 15% благодаря использованию нейронных сетей [13].

Наилучшие результаты в области распознавания лиц показала сверточная нейронная сеть (Convolutional Neural Network, CNN), которая является логическим развитием идей таких архитектур НС как когнитрона [17] и неокогнитрона [16]. Успех обусловлен возможностью учета двумерной топологии изображения, в отличие от многослойного персептрона.

Сверточные нейронные сети (СНС) обеспечивают частичную устойчивость к изменениям масштаба, смещениям, поворотам, смене ракурса и прочим искажениям. Сверточные нейронные сети объединяют три архитектурных идеи, для обеспечения инвариантности к изменению масштаба, повороту сдвигу и пространственным искажениям:

- локальные рецепторные поля (обеспечивают локальную двумерную связность нейронов);

- общие синаптические коэффициенты (обеспечивают детектирование некоторых черт в любом месте изображения и уменьшают общее число весовых коэффициентов);
- иерархическая организация с пространственными подвыборками.

1.4.1 Задача классификации

Задача классификации изображений — это получение исходного изображения и вывод его класса - человек или группа людей.

Когда компьютер «видит» изображение (принимает данные на вход), изображение воспринимается как массив пикселей. В зависимости от разрешения и размера изображения, например, размер массива может быть $32 \times 32 \times 3$ (где 3 — это значения каналов RGB [14]). В качестве примера рассмотрим изображение формата JPG[15] и размера 480×480 . Соответствующий массив будет $480 \times 480 \times 3$. Каждому из этих чисел присваивается значение от 0 до 255, которое описывает интенсивность пикселя в этой точке. Эти цифры, оставаясь бессмысленными для человека, являются единственными вводными данными, доступными компьютеру. Идея в том, что компьютер получает соответствующий массив и выводит мета-информацию в зависимости от поставленной задачи, в данном случае множество ключевых точек.

1.4.2 Структура сверточной сети

СНС состоит из разных видов слоев: сверточные слои (convolutional layer), субдискретизирующие слои (sub-sampling layer, подвыборка) и слои «обычной» нейронной сети – персептрона (рисунок 1).

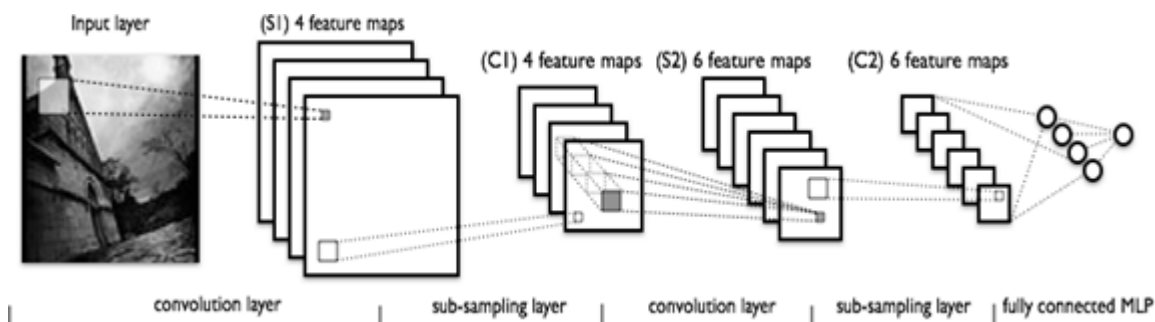


Рисунок 1 – Топология сверточной нейронной сети

Первые два типа слоев (convolutional, subsampling), чередуясь между собой, формируют входной вектор признаков для многослойного персептрона.

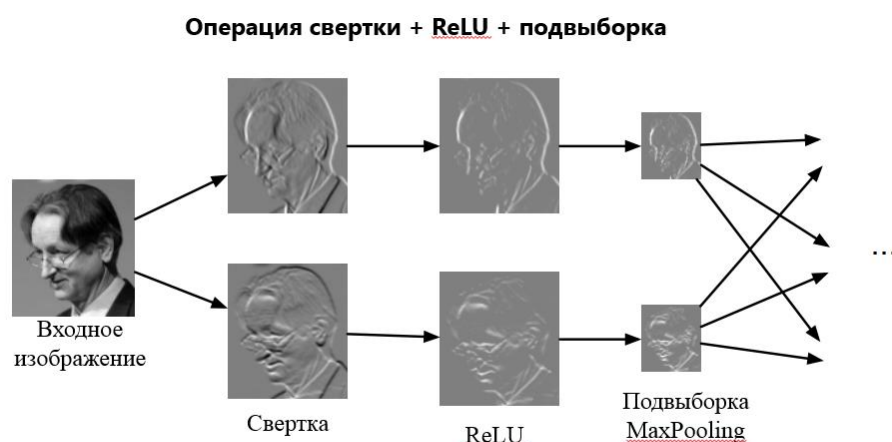


Рисунок 2 – Визуализация свертки и подвыборки

1.4.2.1 Входной слой

Входной слой может быть представлен тремя матрицами (если изображение цветное) либо одной (изображение представлено в оттенках серого). Входные данные для каждого пикселя нормализуются в диапазон от 0 до 1, по формуле:

$$f(p, min, max) = \frac{p - min}{max - min},$$

где f – функция нормализации, p – значение конкретного цвета пикселя от 0 до 255, min – минимальное значение пикселя – 0, max – максимальное значение пикселя – 255.

1.4.2.2 Сверточный слой

Сверточный слой представляет собой набор карт (карты признаков, features maps). Каждая карта имеет синаптическое ядро (сканирующее ядро - представляет из себя фильтр, который скользит по всему изображению и находит заданные признаки в любом его месте (инвариантность к смещениям)). Количество карт определяется требованиями к задаче, если взять большое количество карт, то повысится качество распознавания, но увеличится вычислительная сложность. Исходя из анализа научных статей [4, 5, 7, 12], в большинстве случаев предлагается брать соотношение один к двум, то есть каждая карта предыдущего слоя (например, у первого сверточного слоя, предыдущим является входной) связана с двумя картами сверточного слоя, в соответствии с рисунком 3. Количество карт – 6.

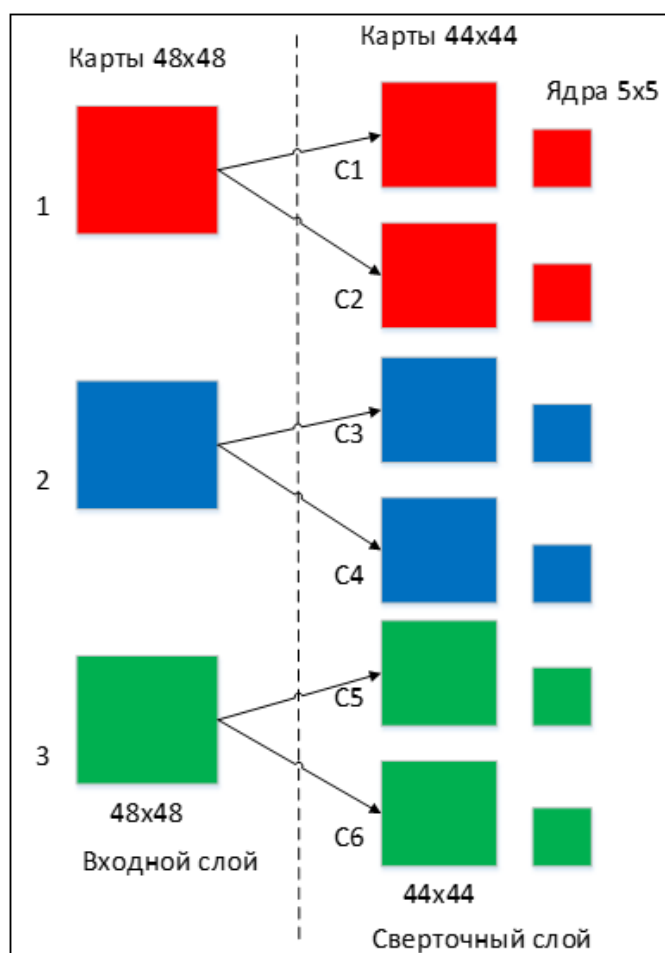


Рисунок 3 – Организация связей между картами

сверточного и входного (предыдущего) слоя

Размер у всех карт сверточного слоя – одинаковы и вычисляются по формуле:

$$(w, h) = (mW - kW + 1, mH - kH + 1),$$

где (w, h) – вычисляемый размер сверточной карты, mW – ширина предыдущей карты, mH –высота предыдущей карты, kW – ширина ядра, kH – высота ядра.

Пример ядра с обученным признаком:

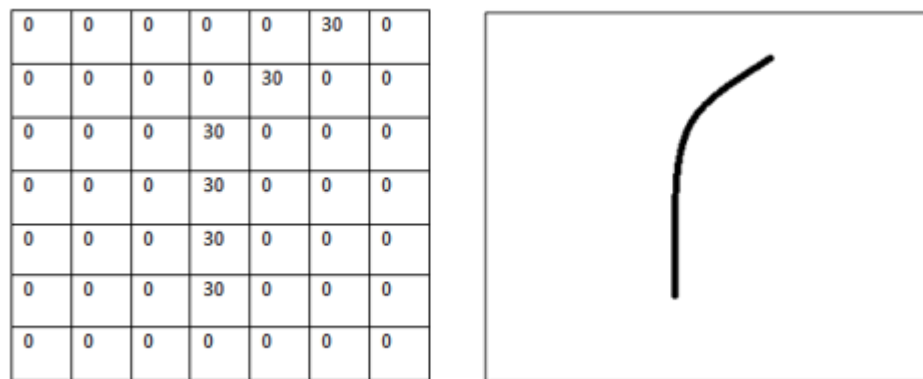


Рисунок 4 – Ядро с обученным признаком

К примеру, на вход подается изображение:

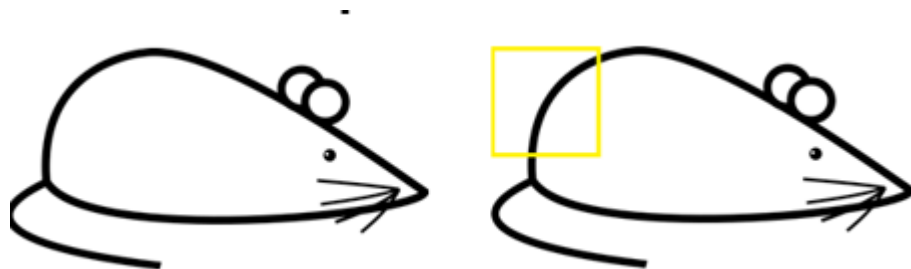


Рисунок 5 – Исходное изображение,
на котором отмечено необходимое совпадение для ядра

Изначально значения каждой карты сверточного слоя равны 0. Значения весов ядер задаются случайным образом в области от -0.5 до 0.5 по нормальному закону распределения. Ядро скользит по предыдущей карте и производит операцию свертка, которая часто используется для обработки изображений, формула:

$$(f * g)[m, n] = \sum_{k, l} f[m - k, n - l] \cdot g[k, l],$$

где f – исходная матрица изображения, g – ядро свертки.

Происходит следующие: окном размера ядра g проходим с заданным шагом (обычно 1) все изображение f , на каждом шаге поэлементно умножаем содержимое окна на ядро g , результат суммируется и записывается в матрицу результата, как на рисунке 6.

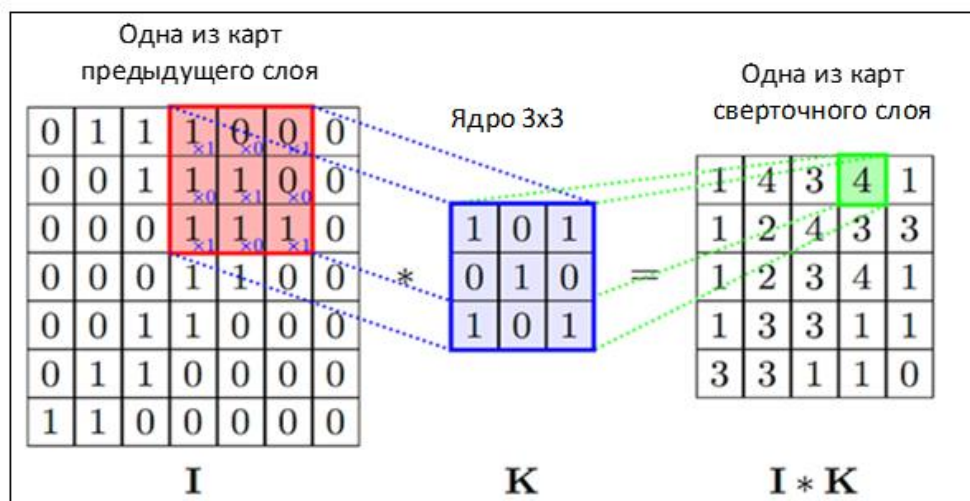


Рисунок 6 – Операция свертки и получение значений карты признаков

1.4.2.3 Предвыборочный слой

Предвыборочный слой также, как и сверточный имеет карты, но их количество совпадает с предыдущим (сверточным) слоем. Цель использования данного слоя – уменьшить размерности карт предыдущего слоя. Если на предыдущей операции свертки уже были выявлены некоторые признаки, то для дальнейшей обработки настолько подробное изображение уже не нужно, и оно уплотняется до менее подробного. К тому же фильтрация уже ненужных деталей помогает не переобучаться.

В процессе сканирования ядром подвыборочного слоя (фильтром) карты предыдущего слоя, сканирующее ядро не пересекается в отличие от сверточного слоя. Обычно, каждая карта имеет ядро размером 2x2, что позволяет уменьшить предыдущие карты сверточного слоя в 2 раза. Вся карта

признаков разделяется на ячейки 2x2 элемента, из которых выбираются максимальные по значению.

Обычно в подвыборочном слое применяется функция активации (ReLU, Rectified linear unit). Операция подвыборки (Max-Pool – выбор максимального) в соответствии с рисунком 7.

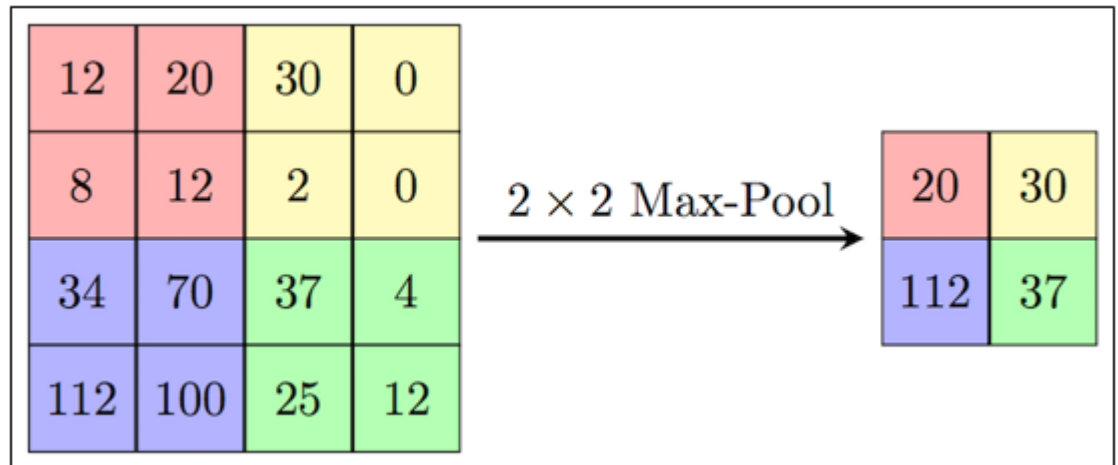


Рисунок 7. Формирование новой карты подвыборочного слоя на основе предыдущей карты сверточного слоя. Операция подвыборки (MaxPooling)

Слой может быть описан формулой:

$$x^l = f(a^l \cdot \text{subsample}(x^{l-1}) + b^l),$$

где x^l – выход слоя l , f – функция активации, a^l, b^l – коэффициенты сдвига слоя l , *subsample* – операция выборки локальных максимальных значений.

1.4.2.4 Полносвязный слой

Последний из типов слоев – это слой обычного многослойного персептрона. Цель применения данного слоя – это обращение к выходу предыдущего слоя и определение свойств, которые больше связаны с определенным классом.

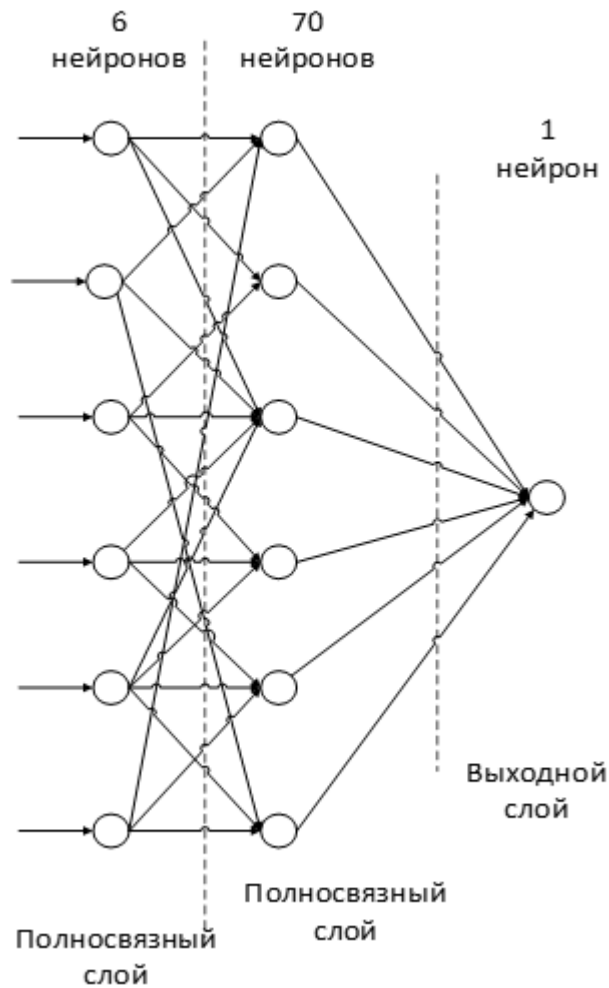


Рисунок 8 – Пример полносвязных слоев

Нейроны каждой карты предыдущего подвыборочного слоя связаны с одним нейроном скрытого слоя. Таким образом число нейронов скрытого слоя равно числу карт подвыборочного слоя, но связи могут быть не обязательно такими, например, только часть нейронов какой-либо из карт подвыборочного слоя быть связана с первым нейроном скрытого слоя, а оставшаяся часть со вторым, либо все нейроны первой карты связаны с нейронами 1 и 2 скрытого слоя. Вычисление значений нейрона можно описать формулой:

$$x_j^l = f\left(\sum_i x_i^{l-1} * w_{i,j}^{l-1} + b_i^{l-1}\right),$$

где x_j^l – карта признаков j (выход слоя l), f – функция активации, b^l – коэффициенты сдвига слоя l , x_j^l – матрица весовых коэффициентов слоя l .

Модель нейрона:

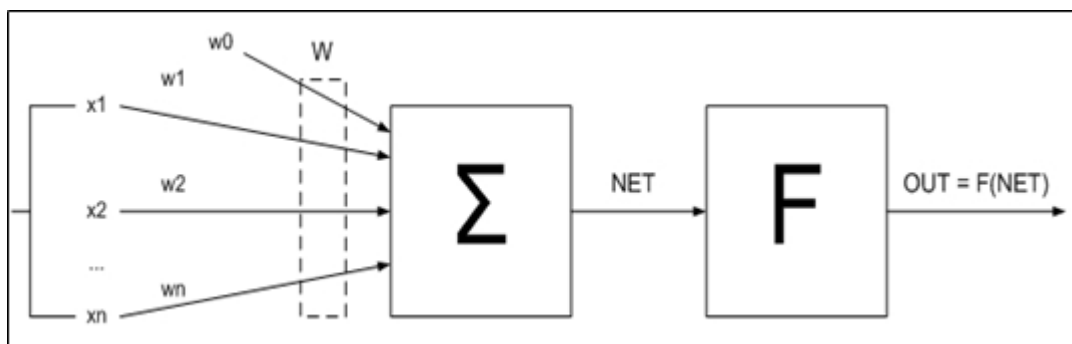


Рисунок 9 – Модель нейрона

$$NET = \sum_i w_i \cdot x_i + w_0 ,$$

где w_i – вес i нейрона, x_i – выход i нейрона, w_0 – вспомогательный параметр, смещение, n – количество синаптических связей, входящих в нейрон.

1.4.2.5 Выходной слой

Выходной слой связан со всеми нейронами предыдущего слоя. Количество нейронов соответствует количеству распознаваемых классов, то есть 2 – классифицируемый объект или нет. Но для уменьшения количества связей и вычислений для бинарного случая можно использовать один нейрон и при использовании в качестве функции активации гиперболический тангенс, выход нейрона со значением -1 означает принадлежность к классу “не квалифицированный объект”, напротив выход нейрона со значением 1 – означает принадлежность к классу квалифицируемых объектов.

1.4.2.6 Выбор функции активации

Одним из этапов разработки нейронной сети является выбор функции активации нейронов. Вид функции активации во многом определяет функциональные возможности нейронной сети и метод обучения этой сети.

В данной работе в качестве функции активации в скрытом и выходном слоях применяется гиперболический тангенс рис. 10, в сверточных слоях

применяется ReLU. Рассмотрим наиболее распространенные функций активации, применяемые в нейронных сетях.

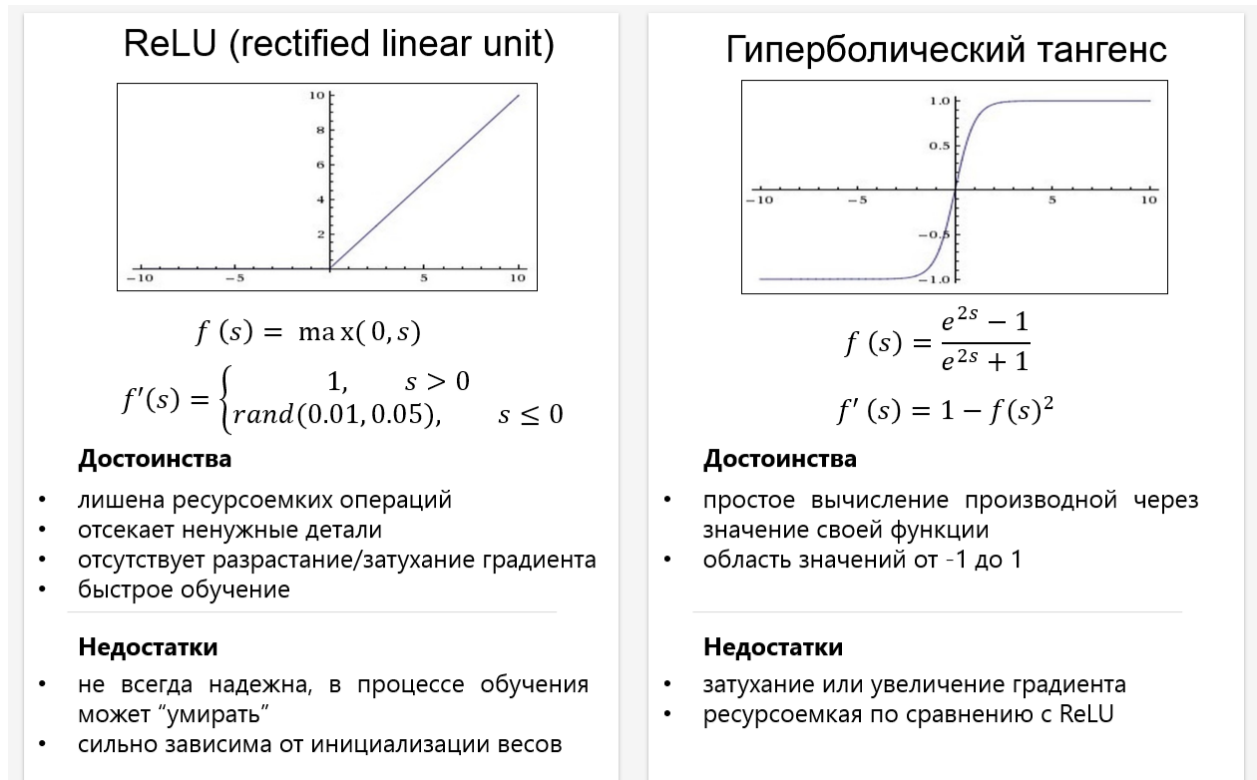


Рисунок 10 – Описание функций агрегации
ReLU и гиперболического тангенса

1.5 Обзор программных инструментов

В настоящее время существует несколько современных фреймворков для работы с изображениями, поддерживающими глубокое обучение:

- TensorFlow[23] - открытая программная библиотека для машинного обучения, разработанная компанией Google для решения задач построения и тренировки нейронной сети с целью автоматического нахождения и классификации образов, достигая качества человеческого восприятия [23].
- OpenCV[20] - библиотека, написанная на языке высокого уровня (C/C++) и содержит алгоритмы для: интерпретации изображений, калибровки камеры по эталону, устранение оптических искажений, определение сходства, анализ перемещения объекта, определение формы объекта и слежение за

объектом, 3D-реконструкция, сегментация объекта, распознавание жестов и т.д.

- OpenPose[6]—библиотека с открытым исходным кодом, представляет собой первую многопользовательскую систему в режиме реального времени для совместного обнаружения человеческих тел, рук и лицевых ключевых точек (всего 130 ключевых точек) на отдельных изображениях.

1.5.1 Библиотека для работы с изображениями OpenPose

В качестве инструмента для решения поставленных в работе задач была выбрана библиотека с открытым исходным кодом OpenPose. В качестве сторонних компонентов библиотека включает в себя библиотеку OpenCV. Так же, OpenPoseиспользует фреймворк глубокого обучения Caffe[21], способного переключаться во время вычислений между GPU (graphics processing unit) [20] и CPU (central processing unit) [22] режимами, что дает прирост в производительности.

Данная библиотека предоставляет следующие основные возможности:

- Определение ключевых точек тела (скелетизация) группы людей в реальном времени.
- Постобработку каждого фрагмента видео (кадра).
- Входные данные: изображение, видео, веб-камера, IP- камера.
- Выходные данные: исходное изображение, ключевые точки, демонстрация или сохранение данных в форматах *.PNG, *.JPG, *.AVI или как классы-контейнеры для ключевых точек.

В основе работы библиотеки лежит обучение моделей с помощью Свёрточной нейронной сети (Convolutional Neural Network, CNN) [7, 8].

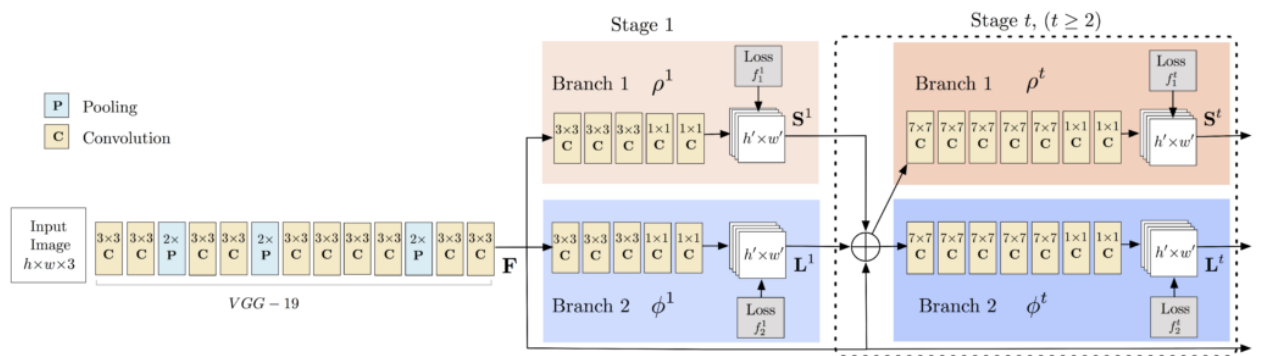


Рисунок 11 - Принцип работы СНС в библиотеке OpenPose

Модель принимает на вход цветное изображение размером $w \cdot h$, а на выходе выдает расположения ключевых точек каждого объекта наблюдения.

Определение ключевых точек происходит в три этапа:

- 1) Первые 10 слоев обучающей выборки (VGGNet[9]) используются для создания карты особенных точек для исходного изображения.
- 2) СНС использует две ветви: первая предсказывает карту (S) множества точек на человеческом теле (плечо, рука, и т.д.), вторая множество векторов (L), которые содержат степень разницы между частями тела.
- 3) (S)– карта и (L) – вектора анализируются для создания ключевых точек для всех людей на изображении.

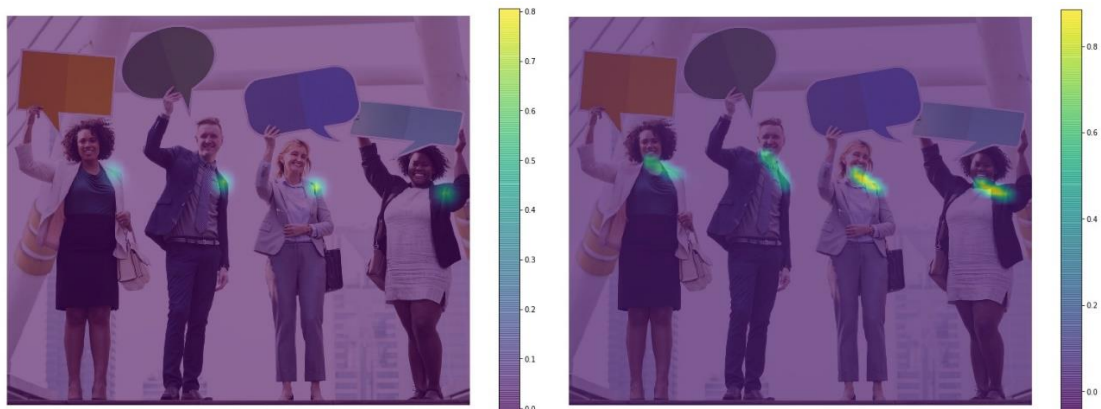


Рисунок 12 – Множество точек, соответствующих левому плечу (изображение слева) и разница между множеством точек, характеризующих шею и левое плечо (изображение справа)

1.5.2 Обучающие выборки

Для того, чтобы сэкономить временной ресурс на обучение нейронной сети, было принято решение об использовании имеющихся обучающих выборок. Авторы статьи [7] в качестве обучающих выборок приводят следующие: Multi-Person Dataset (MPI) [10] и COCO dataset [11].

COCO выдает 18 ключевых точек (19 точка это фон), когда как MPI 15 точек (16 - фон), код примера представлен в листинге 1.



Рисунок 13. Ключевые точки модели, обученной на выборках COCO и MPI

Описание ключевых точек можно найти по ссылкам [10, 11].

Таким образом, модель, обученная с помощью выборки COCO, содержит больше ключевых точек, чем модель на MPI. Решение о том, какую обучающую модель использовать, принимается в зависимости от поставленной задачи. Также, обучение по выборке COCO снижает производительность 15%, по сравнению с MPI, из-за наличия дополнительных ключевых точек. В данной принято решение обучать модель по выборке MPI.

Каждая такая точка имеет свои координаты на изображении для каждого кадра (фрейма). Из этого следует, что для каждого кадра можно построить скелет, а также внедрить свою функцию постобработки.



Рисунок 14. Отображение скелета, используя ключевые точки.

1.6 Постановка цели и задач исследования

На основании проведенного литературного обзора сформулируем цель работы: разработать комплексную методику анализа видеоинформации с использованием искусственных нейронных сетей и графовых моделей.

Для достижения поставленной цели поставлены следующие задачи:

1. Сбор, предварительная подготовка и обработка исходных данных.
2. Выбор оптимальных параметров моделей.
3. Проведение машинного обучения на тренировочных выборках.
4. Проведение моделирования с целью выделения аномального поведения и анализ полученных результатов.

2 Результаты проведенного исследования

2.1 Входные данные и критерии аномального поведения

В качестве исходных данных использованы видеозаписи (формат *.AVI) [18] сдачи единого государственного экзамена (ЕГЭ). По данным Рособнадзора [24] с начала 2015 года аннулировано 537 работ выпускников, из них 328 работ — за использование мобильных телефонов, 209 —

использование шпаргалок. В данной работе под *аномальным поведением* мы будем понимать следующие нарушения при проведении экзамена [18, 24]:

- фотографирование контрольно-измерительных материалов (КИМ),
- нарушение дисциплины во время проведения экзамена,
- разговоры между участниками экзамена (F1),
- попытка выноса КИМ из аудитории,
- использование мобильного телефона или шпаргалок (F2).

2.2 Получение ключевых точек

Для анализа входных данных [18] с использованием искусственных нейронных сетей и графовых моделей мы будем использовать библиотеку OpenPose. В качестве обучающей выборки для получения ключевых точек мы использовали MPIDateset [10]. В результате обучения определены ключевые точки для каждого фрейма (формат *.JSON) [19]:

```
{
  "version":1.1,
  "people":[
    {
      "pose_keypoints_2d":[582.349,507.866,0.845918,746.975,631.307,0.587007,...],
      "face_keypoints_2d":[468.725,715.636,0.189116,554.963,652.863,0.665039,...],
      "hand_left_keypoints_2d":[746.975,631.307,0.587007,615.659,617.567,0.377899,...],
      "hand_right_keypoints_2d":[617.581,472.65,0.797508,0,0,0,723.431,462.783,0.88765,...]
    }
  ]
}
```

2.3 Применение функции постобработки

В данной работе будет использоваться функция постобработки, которая заключается в следующем.

Пусть $F_i = (L_1, L_2, \dots, L_n)$, где F_i – i -ый критерий, L_n – вектор признаков, содержащий в себе множество ключевых точек для каждого признака $L_i = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Для каждого фрейма, вычисляются центры масс ключевых точек по каждому признаку. Далее для каждого L_i вычисляется

разница между такими центрами масс Δ_i . Для каждого кадра эта разница суммируется. Если данная разница превосходит величину, заданную для определения границы разницы, то по данному признаку можно судить, что было выявлено нарушение.

Решение о том, является это нарушение действительным или нет принимается следующим образом: для каждого фактора F_i задается вектор совокупности доверительных решений $V_i = (S_1, S_2, \dots, S_n)$, где каждый S_n содержит совокупность признаков L_n , и не обязательно все L_n будут входить в вектор V_i . К примеру, если для признаков L_n фактора F_i были выявлены нарушения L_1, L_2 , а вектор $V_i = (S_1(L_1, L_2))$, то нарушение принимается за действительное. При выявлении нарушения программа выдает звуковой сигнал и сохраняет кадр (изображение) с временной меткой.

2.3.1 Разговоры между участниками ЕГЭ (F1)

Разговор между участниками ЕГЭ является одним из основных нарушений при сдаче ЕГЭ. Для выявления нарушения были выделены следующие факторы:

- Движение рук (L1)
- Движение лица (L2)
- Движение корпуса (L3)

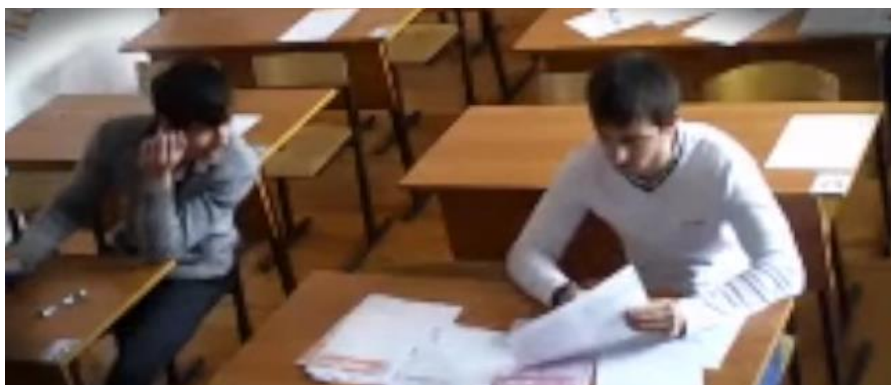


Рисунок 15 - Разговор между участниками ЕГЭ

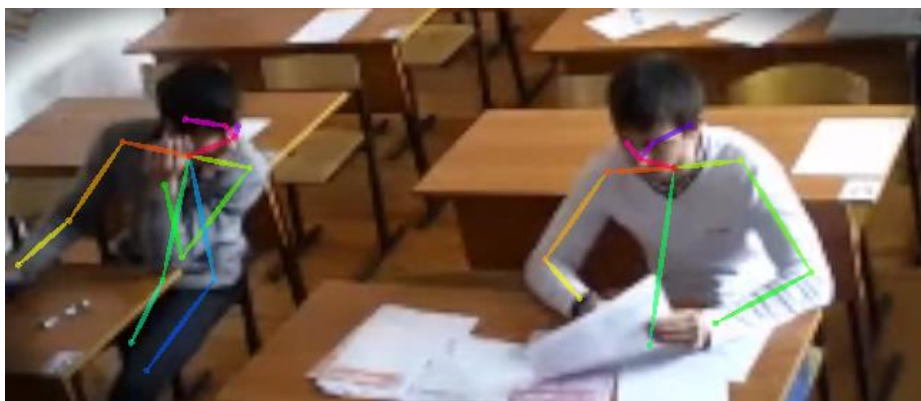


Рисунок 16 - Ключевые точки и скелетизация

Для данного фактора были выделены следующие комбинации решений: $S_1 = (L_1, L_2, L_3)$, $S_2 = (L_3, L_2)$, $S_3 = (L_3, L_1)$, $S_4 = (L_1, L_2)$.

2.3.2 Использование мобильного телефона/шпаргалок (F2)

Данное нарушение является самым часто встречающимся нарушением при сдаче ЕГЭ. Для выявления нарушения были выделены следующие факторы:

- Движение рук (L1)
- Движение лица (L2)

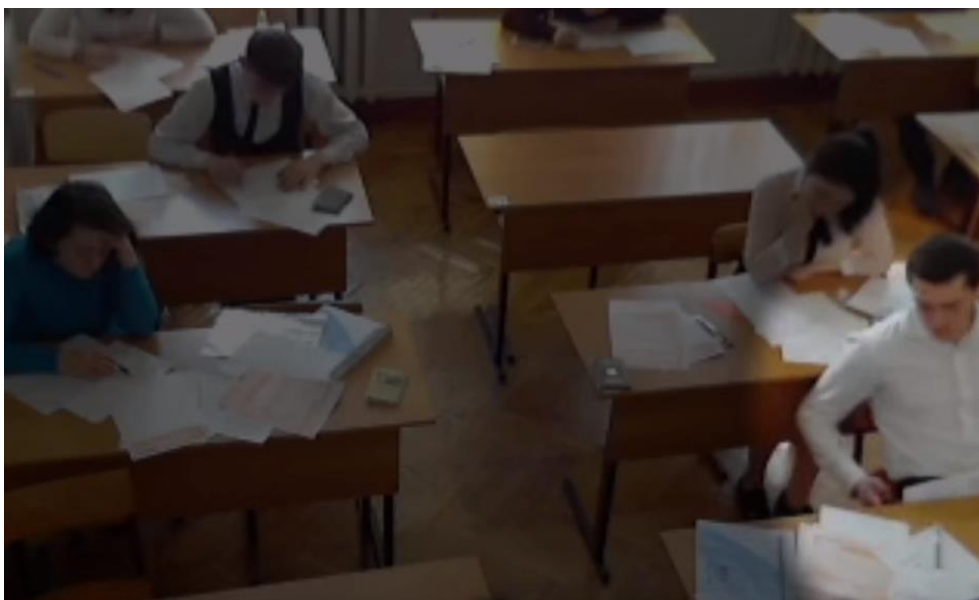


Рисунок 17 - Использование мобильного телефона

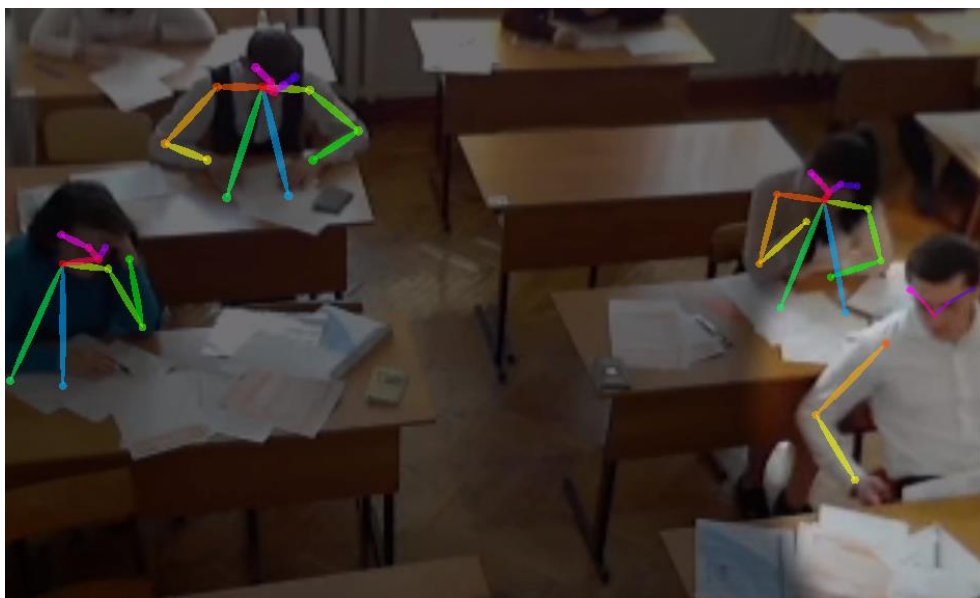


Рисунок 18 - Ключевые точки и скелетизация.

Для данного фактора были выделены следующие комбинации решений: $S_1 = (L_1, L_2)$.

2.4 Анализ результатов

В ходе проведения вычислений был использован видеоролик с наличием нарушений, всего на видеоролике было выявлено 25 нарушений, из них 10 по критерию F1, 15 по F2, описанных в п. 2.3.1 и п. 2.3.2. В таблице 1 представлены результаты проведенных испытаний.

Таблица 1

Результаты

Критерий	Фактических нарушений	Выявленных нарушений	Ошибочно выявленных нарушений	Эффективность	Ошибка
F1	10	4	1	0,4	0,25
F2	15	8	3	0,6	0,375

Как видно из таблицы, эффективность для критерия F1 не очень большая, это связано с тем, что в некоторых случаях факт переговоров происходит без движения головы, либо с незначительным ее движением. По

результатам, критерий F2 имеет большую эффективность, стоит заметить, что некоторые события из F2 происходят так же в F1.

3 Социальная ответственность

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам безопасности трудящихся на рабочем месте. Одной из основных задач является охрана здоровья сотрудников предприятий, сведение к минимуму или ликвидация различных видов производственных травм и снижение риска заболеваний.

Скорость создания и усовершенствования электронно-вычислительных машин (ЭВМ) привела к их повсеместному внедрению как на производстве, так в научно-исследовательских и конструкторских целях, а также в сфере управления и образования. Компьютеры на данный момент являются одной из важных составляющих деятельности большинства предприятий и организаций, а также в домашних условиях. Однако компьютер является источником вредного воздействия на организм человека, а, следовательно, и источником профессиональных заболеваний. Это влечет за собой требование: каждый пользователь персонального компьютера должен быть осведомлен о вредном воздействии ПЭВМ на организм человека и необходимых мерах защиты от этих воздействий.

3.1 Описание рабочего места

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрена проектировка рабочего места и помещения, в котором оно находится.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест. Работа выполняется преимущественно за компьютером, поэтому в соответствии СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в помещении на одного работника, работающего за ПК с ЖК мониторами предусмотрено 4,5 кв.м.

При проектировании рабочей зоны необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как рабочая зона находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

3.2 Анализ опасных и вредных факторов

Вредным называется производственный фактор, воздействие которого на сотрудника в определенных условиях приводит к заболеванию или снижению работоспособности. При изменении уровня и времени воздействия вредные производственные факторы могут стать опасными. Опасными считаются производственные факторы, воздействие которых на работающего в конкретных условиях может привести к травмам, а также другим внезапным резким ухудшениям здоровья.

При работе с ПЭВМ пользователь (оператор, программист) подвергается воздействию опасных и вредных производственных факторов:

1. электромагнитных полей;
2. электростатических полей;
3. шуму;
4. микроклимат в помещении;
5. освещенность рабочей зоны;

6. психофизиологические факторы.

Эти факторы могут привести к ухудшению здоровья пользователя, а также к профессиональным заболеваниям.

Отрицательное воздействие ПЭВМ на человека носит комплексный характер комбинации вредных и опасных производственных факторов:

1. монитор компьютера является источником: электромагнитного поля (ЭМП); электростатического поля; рентгеновского излучения; вредного действия светового потока и отраженного света;
2. значительной нагрузке подвергается зрительный аппарат в результате несовершенства способов создания изображения на экране монитора;
3. работа компьютера сопровождается акустическими шумами;
4. несоблюдение эргономических параметров, обеспечивающих безопасность приёмов работы пользователя ПЭВМ: гигиенических и психофизиологических, антропометрических и эстетических может повлечь снижение эффективности действий человека.

Характеристика помещения, где была разработана бакалаврская работа: ширина комнаты составляет $b=4$ м, длина $a=6$ м, высота $H=2,8$ м. Тогда площадь помещения будет составлять $S=a \cdot b=24 \text{ м}^2$, объем помещения $S=a \cdot b \cdot h=72 \text{ м}^3$. В помещении имеется окно, через которое осуществляется вентиляция помещения. В помещении отсутствует принудительная вентиляция. В зимнее время помещение отапливается. В помещении используется комбинированное освещение - искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛБ. Рабочая поверхность имеет высоту 0,75 м. Электроснабжение сети переменного напряжения 220 В. Помещение без повышенной опасности в отношении поражения человека электрическим током по ГОСТ Р 12.1.019-2009.

Компьютер, расположенный на рабочей поверхности высотой 0.77 м, обладает следующими характеристиками: процессор Intel Core i3, оперативная

память 8 ГБ, операционная система Microsoft Windows 10, частота процессора 2,5ГГц, дисплей HD с диагональю 43,9 см (17,3 дюйма) разрешением 1600 на 900.

Место для работы на компьютере и взаиморасположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. При устройстве рабочего места человека, работающего за ПК необходимо соблюсти следующие основные условия: наилучшее местоположение оборудования и свободное рабочее пространство.

Основными элементами рабочего места являются стол и стул, т.к. рабочим положением является положение сидя. Рациональная планировка рабочего места определяет порядок и местоположение предметов, в особенности тех, которые для работ необходимы чаще.

Основные зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости показаны на рис. 19.

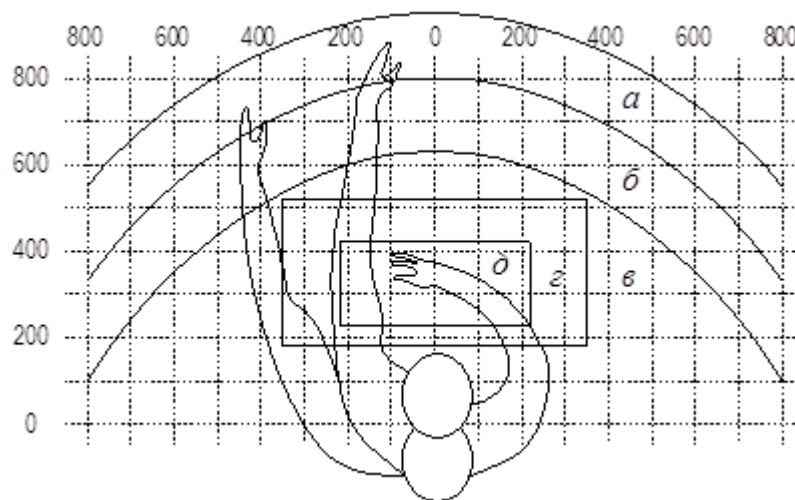


Рисунок 19. Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости:

а – зона максимальной досягаемости; б – зона досягаемости пальцев при вытянутой руке; в – зона легкой досягаемости ладони; г – оптимальное пространство для грубой ручной работы; д – оптимальное пространство для тонкой работы

В соответствии с этим рассмотрим оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости рук:

1. Дисплей размещается в зоне а (в центре);
2. Клавиатура - в зоне г/д;

3. Системный блок размещается в зоне б (слева);
4. Принтер (если он есть) находится в зоне а (справа);
5. Документация располагается в зоне легкой досягаемости ладони - в (слева) - литература и документация, необходимая при работе или в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования.

Высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680–800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной — не менее 500 мм, глубиной на уровне колен — не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног — не менее 650 мм.

Рабочее кресло должно быть подъёмно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки до переднего края сиденья. Рекомендуется высота сиденья над уровнем пола 420–550 мм. Конструкция рабочего кресла должна обеспечивать: ширину и глубину поверхности сиденья не менее 400 мм.

Монитор должен быть расположен на уровне глаз оператора на расстоянии 500–600 мм. Согласно нормам, угол наблюдения в горизонтальной плоскости должен быть не более 45° к нормали экрана. Лучше если угол обзора будет составлять 30°. Кроме того должна быть возможность выбирать уровень контрастности и яркости изображения на экране. Должна предусматриваться возможность регулирования экрана.

Рабочие места с компьютерами должны размещаться так, чтобы расстояние от экрана одного монитора до тыла другого было не менее 2,0 м, расстояние между боковыми поверхностями мониторов - не менее 1,2 м.

3.3 Микроклимат в помещении

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температур воздуха и поверхностей, относительной влажности воздуха, скорости движения воздуха и интенсивности теплового излучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Оптимальные микроклиматические при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивают сохранение теплового состояния организма и не вызывают отклонений в состоянии здоровья. Допустимые микроклиматические условия могут приводить к незначительным дискомфортным тепловым ощущениям. Возможно временное (в течение рабочей смены) снижение работоспособности, без нарушения здоровья.

Нормы оптимальных и допустимых показателей микроклимата при работе с ЭВМ устанавливает СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений изложены в СанПиН 2.2.4.548-96. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт). Работа, производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением, относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт). Для данной категории допустимые нормы микроклимата представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне
производственных помещений

	Категория	Температура, °C	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
	горячая			

Период года		Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение	Фактическое значение	Допустимое значение
Холодный	Ia	(20÷24)	(19÷24)	5	(15÷75)	0.1	≤ 0.1
Теплый	Ia	(23÷25)	(20÷28)	5	(15÷75)	0.1	≤ 0.2

Анализируя таблицу 2, можно сделать вывод, что в рассматриваемом помещении параметры микроклимата соответствуют нормам СанПиН. Допустимый уровень микроклимата помещения обеспечивается системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

В производственных помещениях, где допустимые нормативные величины микроклимата поддерживать не представляется возможным, необходимо проводить мероприятия по защите работников от возможного перегрева и охлаждения. Это достигается различными средствами: применением систем местного кондиционирования воздуха; использованием индивидуальных средств защиты от повышенной или пониженной температуры; регламентацией периодов работы в неблагоприятном микроклимате. и отдыха в помещении с микроклиматом, нормализующим тепловое состояние; сокращением рабочей смены и др.

Профилактика перегрева работников в нагревающем микроклимате включает следующие мероприятия: нормирование верхней границы внешней термической нагрузки на допустимом уровне применительно к 8-часовой рабочей смене; регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды (непрерывно и за рабочую смену) для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном или допустимом уровне; использование специальных СКЗ и СИЗ, уменьшающих поступление тепла извне к

поверхности тела человека и обеспечивающих допустимое тепловое состояние работников.

3.4 Освещенность рабочей зоны

Свет является естественным условием жизни человека. Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Существует три вида освещения: естественное – за счёт солнечного излучения, искусственное – за счёт источников искусственного света и совмещенное – освещение, включающее в себя как естественное, так и искусственное освещения. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий изложены в СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Оценка освещенности рабочей зоны проводится в соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1.1340-03.

В данном рабочем помещении используется комбинированное освещение: искусственное и естественное. Искусственное освещение создается люминесцентными лампами типа ЛД.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $a=6$ м, ширина $b=4$ м, высота $H=2,8$ м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p=0,75$ м. Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для

люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3.

Выбираем лампу дневного света ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{ЛД} = 2300$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-30. Этот светильник имеет две лампы мощностью 30 Вт каждая, длина светильника равна 925 мм, ширина – 265 мм.

На первом этапе определим значение индекса освещенности i .

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h}, \quad (1)$$

где S – площадь помещения;

h – расчетная высота подвеса светильника, м;

a и b – длина и ширина помещения, м.

Высота светильника над рабочей поверхностью h

$$h = H - h_p - h_c = 2,8 - 0,75 - 0,3 = 1,55, \quad (2)$$

где H – высота помещения, м;

h_p – высота рабочей поверхности, м;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес).

В результате проведенных расчетов, индекс освещенности i равен

$$i = \frac{S}{(a+b) \cdot h} = \frac{24}{(4+6) \cdot 1,55} = 1,5 \quad (3)$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1,1 \cdot 1,55 = 1,6 \text{ м} \quad (4)$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{b}{L} = \frac{4}{1,6} = 2,5 \approx 3$$

(5)

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{a}{L} = \frac{6}{1,6} = 3,75 \approx 4$$

(6)

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 4 \cdot 3 = 12$$

(7)

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 24$.

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{1,6}{3} = 0,53 \text{ м}$$

(8)

Размещаем светильники в три ряда. План помещения и размещения светильников с люминесцентными лампами представлен на рисунке 20.

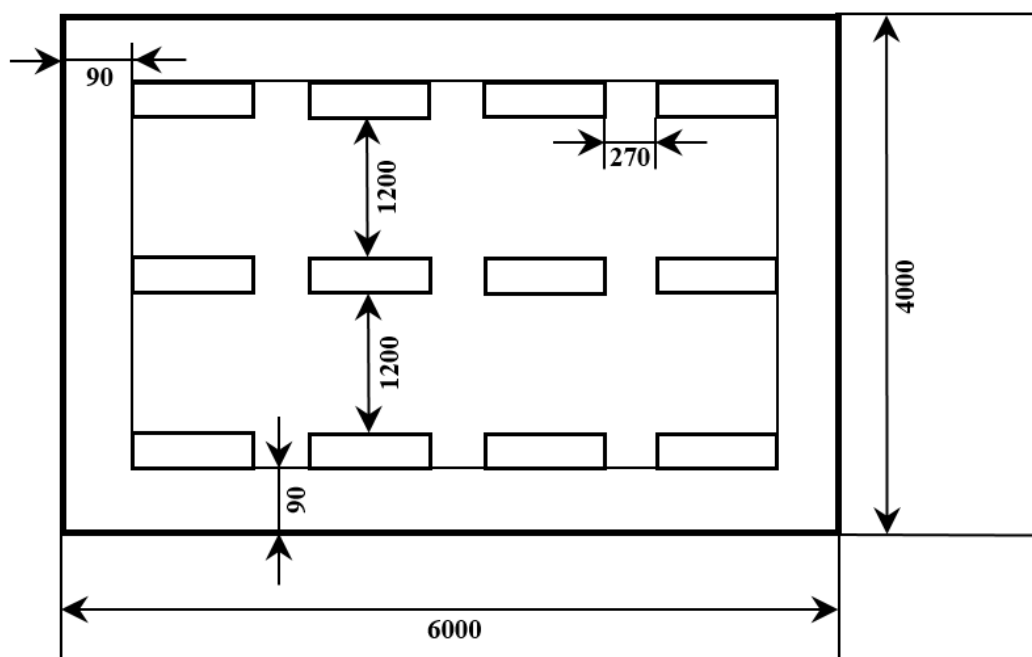


Рисунок 20. План размещения светильников с люминесцентными лампами
(размеры указаны в мм)

Световой поток лампы определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

(9)

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение E_{cp} / E_{min} .

Для люминесцентных ламп он равен 1,1;

N – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока.

Данное помещение относится к типу помещения со средним выделением пыли, поэтому коэффициент запаса $K_z = 1,5$; состояние потолка – свежепобеленный, поэтому значение коэффициента отражения потолка $\rho_n = 70\%$; состояние стен – побеленные бетонные стены, поэтому значение коэффициента отражения стен $\rho_c = 50\%$. Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОДОР с люминесцентными лампами при $\rho_n = 70\%$, $\rho_c = 50\%$ и индексе помещения $i = 1,5$ равен $\eta = 0,47$.

Нормируемая минимальная освещенность при использовании ЭВМ и одновременной работе с документами должна быть равна 600 лк.

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{600 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{24 \cdot 0,47} = 2106 \text{ Лм}$$

Для люминесцентных ламп с мощностью 40 Вт и напряжением сети 220В, стандартный световой поток ЛД равен 2300 Лм.

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

Подставляя данные, получим:

$$\frac{\Phi_{ЛД} - \Phi_{П}}{\Phi_{ЛД}} \cdot 100\% = \frac{2300 - 2106}{2300} \cdot 100\% = 8,43\%$$

$$-10\% \leq 8,43\% \leq 20\%$$

Таким образом необходимый световой поток лампы не выходит за пределы требуемого диапазона.

3.5 Электромагнитное поле

ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека, что может повлечь следующие последствия: биохимические изменения в клетках и тканях; нарушения условно-рефлекторной деятельности, снижение биоэлектрической активности мозга, изменения межнейронных связей, отклонения в эндокринной системе; вследствие перехода ЭМП в тепловую энергию может наблюдаться повышение температуры тела, локальный избирательный нагрев тканей и так далее.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96:

1. Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг ВДТ по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 25В/м;
- в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 2,5В/м.

2. Плотность магнитного потока должна быть не более:

- в диапазоне частот 5Гц-2кГц - 250нТл;
- в диапазоне частот 2кГц/400кГц - 25нТл.

Защита человека от опасного воздействия электромагнитного излучения осуществляется следующими способами:

1. Применение СКЗ

- защита временем;
- защита расстоянием;
- снижение интенсивности излучения непосредственно в самом источнике излучения;
- экранирование источника;
- защита рабочего места от излучения;

2. Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ), которые включают в себя:

- Очки и специальная одежда, выполненная из металлизированной ткани (кольчуга). При этом следует отметить, что использование СИЗ возможно при кратковременных работах и является мерой аварийного характера. Ежедневная защита обслуживающего персонала должна обеспечиваться другими средствами.
- Вместо обычных стекол используют стекла, покрытые тонким слоем золота или диоксида олова (SnO_2).

3.6 Производственный шум и вибрация

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК. Проветривание помещения проводят, открывая форточки. Проветривание помещений в холодный период года допускается не более однократного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри

помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Уровень шума на рабочем месте математиков-программистов и операторов видеоматериалов не должен превышать 50дБА, а в залах обработки информации на вычислительных машинах - 65дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

1. СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звукоизоляции (бетон, кирпич, гипсокартон и другие материалы, способные отражать звук) и звукопоглощения(стекловата, минеральная вата, многослойная панель);
- применение средств, снижающих шум на пути их распространения;

2. СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

Защита от шумов – заключение вентиляторов в защитный кожух и установление их внутри корпуса ЭВМ. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 - 8000 Гц.

3.7 Психофизиологические факторы и опасные факторы

Значительное умственное напряжение и другие нагрузки приводят к переутомлению функционального состояния центральной нервной системы, нервно-мышечного аппарата рук. Нерациональное расположение элементов рабочего места вызывает необходимость поддержания вынужденной рабочей позы. Длительный дискомфорт вызывает повышенное позвоночное напряжение мышц и обуславливает развитие общего утомления и снижение работоспособности.

При длительной работе за экраном дисплея появляется выраженное напряжение зрительного аппарата с появлением жалоб на неудовлетворительность работы, головные боли, усталость и болезненное ощущение в глазах, в пояснице, в области шеи, руках.

Режим труда и отдыха работника: при вводе данных, редактировании программ, чтении информации с экрана непрерывная продолжительность работы не должна превышать 4-х часов при 8-часовом рабочем дне. Через каждый час работы необходимо делать перерыв на 5-10 минут, а через два часа на 15 минут.

С целью снижения или устранения нервно-психологического, зрительного и мышечного напряжения, предупреждение переутомления необходимо проводить комплекс физических упражнений и сеансы психофизической разгрузки и снятия усталости во время регламентируемых перерывов, и после окончания рабочего дня.

3.8 Электростатическое поле

Электризация заключается в следующем: нейтральные тела, в нормальном состоянии не проявляющие электрических свойств, при условии отрицательных контактов или взаимодействий становятся электрозаряженными. Опасность возникновения статического электричества проявляется в возможности образования электрической искры и вредном воздействии его на человеческий организм, и не только в случае непосредственного контакта с зарядом, но и за счет действий электрического поля, которое возникает при заряде. При включенном питании компьютера на экране дисплея накапливается статическое электричество. Электрический ток искрового разряда статического электричества мал и не может вызвать поражение человека. Тем не менее, вблизи экрана электризуется пыль и оседает на нем. В результате чего искажается резкость восприятия информации на экране. Кроме того, пыль попадает на лицо работающего и в его дыхательные пути.

Основные способы защиты от статического электричества следующие: заземление оборудования, увлажнение окружающего воздуха. Также целесообразно применение полов из антистатического материала.

3.9 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности. Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Помещение, где была разработана бакалаврская работа, принадлежит к категории помещений без повышенной опасности по степени вероятности поражения электрическим током, вследствие этого к оборудованию предъявляются следующие требования:

- экран монитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя (расстояния от источника);
- применение приэкранных фильтров, специальных экранов.

Защитное заземление — это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентом металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Сопротивление заземления – основной показатель заземляющего устройства, определяющий его способность выполнять свои функции и определяющий его качество в целом.

Сопротивление заземления зависит от площади электрического контакта заземлителя (заземляющих электродов) с грунтом (“стекание” тока) и удельного электрического сопротивления грунта, в котором смонтирован этот заземлитель (“впитывание” тока). Согласно ПЭУ, изложенным в ГОСТ 12.1.030-81 номинальное сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом, ток не более 0.1 А и напряжение 12-36 В.

К основным электрозащитным средствам в электроустановках напряжением до 1000 В относятся:

- изолирующие штанги;
- изолирующие и электроизмерительные клещи;
- диэлектрические перчатки; изолированный инструмент.

Работать со штангой разрешается только специально обученному персоналу в присутствии лица, контролирующего действия работающего. При операциях с изолирующей штангой необходимо пользоваться дополнительными изолирующими защитными средствами – диэлектрическими перчатками и изолирующими основаниями (подставками, ковриками) или диэлектрическими ботами.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели, в отсутствии повреждений и наличии заземления приэкранного фильтра.

3.10 Пожарная безопасность

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , V_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 класс или офисное помещение относится к категории В - горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б. По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера. Основной причиной возникновения пожара неэлектрического характера в офисном помещении может стать халатное неосторожное обращение с огнем (курение, оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня). Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Согласно общим требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 для устранения причин возникновения пожаров в помещении должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;
- в) назначение ответственного за пожарную безопасность помещений;

- г) издание приказов по вопросам усиления пожарной безопасности
- д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- е) курение в строго отведенном месте;
- ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Воздушно-пенные огнетушители очагов пожара, без наличия электроэнергии. Углекислотные и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый закачной огнетушитель ОП-3. Тушение электроустановок нужно производить на расстоянии не менее 1 метра (имеется в виду расстояние от сопла огнетушителя до токоведущих частей). Зарядку порошковых огнетушителей следует производить один раз в пять лет. При возникновении необходимости ремонта или зарядки, следует обращаться в специализированные фирмы.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (Приложение А).

3.11 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

С точки зрения потребления ресурсов компьютер потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии, что положительным образом сказывается на общей экономии потребления электроэнергии в целом.

Основными отходами при выполнении данной бакалаврской работы являются черновики бумаги, отработавшие люминесцентные лампы и картриджи. Израсходованная бумага не содержала никаких закрытых сведений, поэтому была направлена на утилизацию без использования shreddera, а люминесцентные лампы собраны и направлены на утилизацию в соответствующую организацию. Израсходованные картриджи аналогично были разобраны на отдельные комплектующие (пластик, винты, графит и т.д.) и были отправлены в соответствующие организации.

3.12 Защита в чрезвычайных ситуациях

В Томске преобладает континентально-циклонический (переходный от европейского умеренно континентального к сибирскому резко континентальному) климат. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.) отсутствуют. Возможными ЧС могут быть сильные морозы и диверсия.

Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того,

чтобы работа на производстве не прекратилась. Кроме того, необходимо иметь альтернативные источники тепла, электроэнергии и транспорта.

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

3.13 Выводы и рекомендации

Проанализировав условия труда на рабочем месте, где была разработана бакалаврская работа, можно сделать вывод, что помещение удовлетворяет необходимым нормам и в случае соблюдения техники безопасности и правил пользования компьютером работа в данном помещении не приведет к ухудшению здоровья работника.

Само помещение и рабочее место в нем удовлетворяет всем нормативным требованиям. Кроме того, действие вредных и опасных факторов сведено к минимуму, т.е. микроклимат, освещение и электробезопасность соответствуют требованиям, предъявленным в соответствующих нормативных документах.

Относительно рассмотренного вопроса об экологической безопасности можно сказать, что деятельность помещения не представляет опасности окружающей среде.

Важно добавить, что монитор компьютера служит источником ЭМП – вредного фактора, который отрицательно влияет на здоровье работника при

продолжительной непрерывной работе и приводит к снижению работоспособности. Поэтому во избежание негативного влияния на здоровье необходимо делать перерывы при работе с ЭВМ и проводить специализированные комплексы упражнений для глаз.

4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

В зависимости от категории потребителей (коммерческие организации, физические лица) необходимо использовать соответствующие критерии сегментирования. Например, для коммерческих организаций критериями сегментирования могут быть: месторасположение, отрасль, выпускаемая продукция, размер и др. Для физических лиц критериями сегментирования могут быть: возраст, пол, национальность, образование, уровень дохода, социальная принадлежность, профессия.

Потенциальные потребители результатов исследования. Услуги по обработке видеоданных:

- российские компании в сфере обработки видео-сегмента;
- иностранные компании в сфере обработки видео-сегмента;
- российские частные инвесторы в сфере ИТ;
- иностранные частные инвесторы в сфере ИТ.

Услуги по выявлению аномального поведения на основе видеоданных:

- российские компании в сфере безопасности;
- иностранные компании в сфере безопасности;

- российские частные инвесторы в сфере ИТ;
- иностранные частные инвесторы в сфере ИТ.

Виды использования видеорядов			
Виды потребителей		Обработка видеоданных	Выявление аномального поведения
	Иностранные частные инвесторы в сфере ИТ		
	Российские частные инвесторы в сфере ИТ		
	Российские компании в сфере безопасности		
	Иностранные компании в сфере безопасности		



Фирма А

Фирма Б


Рисунок 21. Карта сегментирования рынка услуг по обработке видеоданных

4.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Основными конкурентами являются российские компании в сфере IT (к1) или иностранные компании в сфере IT(к2), работающие над аналогичными разработками. Составим оценочную карту для сравнения конкурентных технических решений.

Таблица 3. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Уменьшение влияния человеческого фактора наблюдателя	0,09	5	4	4	0,45	0,36	0,36
2. Потребность в мощном вычислительном оборудовании	0,1	4	5	4	0,4	0,5	0,4

3. Потребность в ресурсах памяти	0,07	4	5	5	0,28	0,35	0,35
4. Качество интеллектуального интерфейса	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
5. Простота эксплуатации	0,15	4	5	4	0,6	0,75	0,6
6. Скорость работы	0,14	5	4	3	0,7	0,56	0,42
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,15	4	3	4	0,6	0,45	0,6
2. Перспективность продукта	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
3. Цена	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
4. Послепродажное обслуживание	0,06	5	4	3	0,3	0,24	0,18
Итого	1				3,92	4,25	3,79

4.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Разработанная для данного исследования матрица SWOT представлена в таблице 4.

Таблица 4. Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
	1.Использование различных методов обработки видеорядов.	1.Большой объем и сложность обработки видеоданных. 2.Недостаток теоретического

	2.Использование нейронных сетей для обучения.	материала на русском языке.
Возможности	Благодаря тому, что в работе используются различные методы обработки видеоданных, организации могут минимизировать потери при более качественной их обработке.	В связи с тем, что в данном научно-исследовательском проекте отсутствует обширная теоретическая база, а данные для обработки имеет высокую сложность и большой объем, организации имеют возможность разработать методы для улучшения качества обработки за счет привлечения иных организаций.
Угрозы	В связи с большой конкуренцией, организации могут предпочесть иных поставщиков продукта. Таким образом проект может оказаться нерентабельным.	В связи с тем, что для обработки данных требуется обширная база д, есть риск потери финансовых вложений в случае недостаточной осведомленности о сути используемых методов.
1.Разработка новых методов обработки видеоданных. 2.Улучшение качества обработки видеоданных.		
1.Большая конкуренция на рынке. 2.Потеря финансовых средств в случае неудовлетворительного результата обработки данных.		

4.4 Планирование научно-исследовательских работ

4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для выполнения научно-исследовательской работы формируется рабочая группа, в состав которой могут входить:

- 1) Руководитель проекта (Р);
- 2) Бакалавр (Б).

На следующем этапе составляется перечень работ в рамках проведения научного исследования, а также проводится распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.

Таблица 5. Комплекс работ по разработке проекта

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный	1	Составление и утверждение научного задания	Бакалавр Руководитель
	2	Календарное планирование работ по теме	Бакалавр
Исследование и анализ предметной области	3	Подбор и изучение материалов по теме	Бакалавр
	4	Анализ исходных данных	Бакалавр
	5	Выбор метода выполнения работы	Бакалавр Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Применение выбранного метода к данным	Бакалавр
	7	Получение выходных данных	Бакалавр

Обобщение и оценка результатов	8	Сравнение результатов с ожидаемыми	Бакалавр
	9	Сравнение результатов с аналогичными методами	Бакалавр
	10	Оценка результатов	Бакалавр Руководитель

4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxі}}{5},$$

(1)

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{maxі}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоемкости работы.

Установление длительности работ в рабочих днях осуществляется по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

(2)

где T_{pi} – трудоемкость работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

(3)

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}},$$

(4)

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

T_{np} – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа.

Вычислим коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 66} \approx 1,22$$

Таблица 6. Временные показатели осуществления комплекса работ

№ работы	Продолжительность работ			Исполнители	T_{pi} , человеко-дни	T_{ki} , человеко-дни
	t_{mini} , человеко-дни	t_{maxi} , человеко-дни	$t_{ож\bar{i}}$, человеко-дни			
1	1	3	2	Б, Р	1(Б-1,Р-1)	1
2	7	10	9	Б	9	11
3	14	20	16	Б	16	20
4	7	10	9	Б	9	11
5	2	5	3	Б, Р	2(Б-2,Р-2)	2
6	10	15	12	Б	12	15
7	5	7	6	Б	6	7
8	3	5	4	Б	4	5
9	5	11	7	Б	7	9
10	4	7	5	Б, Р	3(Б-2,Р-1)	4

Календарный план-график выполнения работ представим в виде таблицы.

Таблица 7. Календарный план-график выполнения работ

Календарный план-график выполнения работ по теме						
№	Наименование работы	Исполн		Продолжительность выполнения работ, дни		
				Март	Апрель	Май

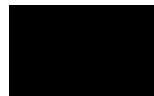
			T_{ki} , дни	1	11	20	11	2	15	7	5	9	4
1	Составление и утверждение ТЗ	Б Р	1	■									
2	Календарное планирование работ по теме	Б	11		■								
3	Подбор и изучение материалов по теме	Б	20			■							
4	Анализ исходных данных	Б	11				■						
5	Выбор метода выполнения работы	Б Р	2					■					
6	Применение выбранного метода к данным	Б	15						■				
7	Получение выходных данных	Б	7							■			
8	Сравнение результатов с ожидаемыми	Б	5								■		
9	Сравнение результатов с аналогичными методами	Б	9									■	
10	Оценка результатов	Б Р	4										■

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Руководитель



Бакалавр



4.5 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

4.4.5.1 Затраты на материалы

Данная статья отражает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, включая расходы на их приобретение и доставку. Транспортные расходы принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов. В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчет затрат на материалы производится по форме, приведенной в таблице 8.

Таблица 8. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.
Бумага	Пачка	1	250	250
Картридж для принтера	Шт	1	2500	2500
Канцелярские принадлежности	Шт	1	300	300
Итого				3050

4.5.2 Основная заработная плата

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{дон},$$

(5)

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{дон}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p,$$

(6)

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_M}{F_{\partial}} \cdot 10.4 \quad (7)$$

где Z_M – месячный должностной оклад работника, руб.;

F_{∂} – количество рабочих дней в месяце.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_{\partial}) \cdot k_p, \quad (8)$$

где $Z_{мс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Зтс);

k_{∂} – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2-0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от Зтс);

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 г. Томск.

Пример расчета заработной платы для руководителя:

$$Z_M = Z_{мс} \cdot k_p = 33300 \cdot 1,3 = 43900 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M}{F_{\partial}} = \frac{43900}{251} \cdot 10,4 = 1794 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1794 \cdot 4 = 7176 \text{ руб.}$$

Таблица 9. Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{мс}$	k_p	Z_M , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , дни	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	33300	1,3	43290	1794	4	7176

Бакалавр	9893	1,3	12861	533	68	36244
Итого						43420

4.5.3 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды являются обязательными по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

(10)

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

В соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 9.

Таблица 10. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная ЗП, руб
Руководитель	7176
Бакалавр	36244
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3
Итого 13026	

4.5.4 Расчет затрат на научные и производственные командировки

Затраты на научные и производственные командировки исполнителей определяются в соответствии с планом выполнения темы и с учетом действующих норм командировочных расходов различного вида и транспортных тарифов. В данном дипломном проекте такие затраты отсутствуют.

4.5.5 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают в себя затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями.

Расчет величины этой группы расходов зависит от планируемого объема работы и определяется из условий договоров с контрагентами или субподрядчиками. Контрагентные расходы составляют 10% от основной и дополнительной заработной платы. В данном дипломном проекте таких затрат нет.

4.5.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}} + Z_{\text{мат}}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы (принимается равным 16%).

Затраты на эл-энергию:

$$Z_{\text{эл}} = k_{\text{кви}} \cdot T_p = 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot 68 \cdot 6 \cdot 60 = 142 \text{ руб.}$$

Итоги:

$$З_{накл} = З_{мс} \cdot (З_{осн} + З_{доп} + З_{внеб} + З_{мат}) \cdot k_{нр} = 56938 \cdot 0,16 = 9543 \text{ руб.}$$

4.5.7 Формирование бюджета затрат НТИ

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 11.

Таблица 11. Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	3050
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	43420
3. Отчисления во внебюджетные фонды	13026
4. Расчет затрат на научные и производственные командировки	0
5. Контрагентные расходы	0
6. Накладные расходы	9543
7. Бюджет затрат НТИ	69039

4.6 Выводы

В ходе выполнения части работы по финансовому менеджменту, ресурсоэффективности и ресурсосбережению был проведен анализ разрабатываемого исследования.

Во-первых, оценен коммерческий потенциал и перспективность проведения исследования. Полученные результаты говорят о потенциале и перспективности на уровне выше среднего.

Во-вторых, проведено планирование НИР, а именно: определена структура и календарный план работы, трудоемкость и бюджет НТИ. Результаты соответствуют требованиям к ВКР по срокам и иным параметрам.

В-третьих, определена эффективность исследования в разрезах ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности.

5 Заключение

В результате проделанной работы был проведен сбор исходных данных, изучена литература по теме, сформулированы критерии аномального поведения: F1 - Разговоры между участниками ЕГЭ, F2 - Использование мобильного телефона/шпаргалок, а также признаки L1 – движение рук, L2 – движение лица, L3 – движение корпуса.

Проведенный анализ программных инструментов для работы с алгоритмами компьютерного зрения позволил сделать выбор в пользу библиотеку OpenPose. Были рассмотрены существующие наборы COCO-dataset (COCO) и Multi-Person dataset (MPI) и принято решение использовать MPI в качестве обучающей выборки по причине её более высокой производительности (25 тысяч изображений, содержащих свыше 40 тысяч людей).

С использованием библиотеки OpenPose была проведена предварительная обработка видеозаписей в формате *.AVI, взятые из открытых источников и получены ключевые точки. Для каждого кадра видеозаписи (всего 450 кадров) была использована функция постобработки, обрабатывающая ключевые точки и выявляющая аномальное поведение. На иллюстративном примере продемонстрировано возможность применения свёрточной нейронной сети и графовой модели для выявления аномального поведения потока людей с использованием компьютерного зрения.

Как результат работы был проведен сопоставительный анализ эффективности критериев. Критерии F1, F2 показали следующие эффективности в способности различать аномальное поведение: $0 < F1 = 0,4 < F2 = 0,6 < 1$.

Для данных критериев вычислены вероятности ошибки первого рода.

Функционал библиотеки OpenPose был дополнен функций звукового оповещения и сохранения изображения с временной меткой нарушения при обнаружении аномального поведения, что позволяет своевременно отреагировать на данное нарушение.

6 Список используемых источников

- 1) Машинное зрение. Что это и как им пользоваться? Обработка изображений оптического источника // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/350918/>
- 2) А.А. Морозов, О.С. Сушкова: Анализ видеоизображений в реальном времени средствами языка Акторный Пролог // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.computeroptics.smr.ru/KO/PDF/KO40-6/400623.pdf>
- 3) М.А. Цуканов, О.П. Ульянова: Автоматизированное распознавание нетипичного поведения на основе визуально-оптического мониторинга как одна из проблем компьютерного зрения // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/4041.pdf>
- 4) Tsz-Ho Yu, Yui-Sang Moon: Unsupervised abnormal behavior detection for real-time surveillance using observed history // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pdfs.semanticscholar.org/dacd/5ae4d3ffd237281b7559f011ee59563d5fae.pdf>
- 5) Nahum Kiryati, Tammy Riklin Raviv, Yan Ivanchenko, Shay Rochel: Real-time abnormal motion detection in surveillance video // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ee.bgu.ac.il/~rrtammy/Publications/AbnMotionIcpr08.pdf>
- 6) Официальный ресурс библиотеки OpenPose // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>
- 7) Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-En Wei Yaser, Sheikh The Robotics Institute, Carnegie Mellon, University: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1611.08050.pdf>
- 8) Что такое сверточная сеть // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/309508/>
- 9) Human Pose Evaluator Dataset // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.robots.ox.ac.uk/~vgg/data/pose_evaluation/

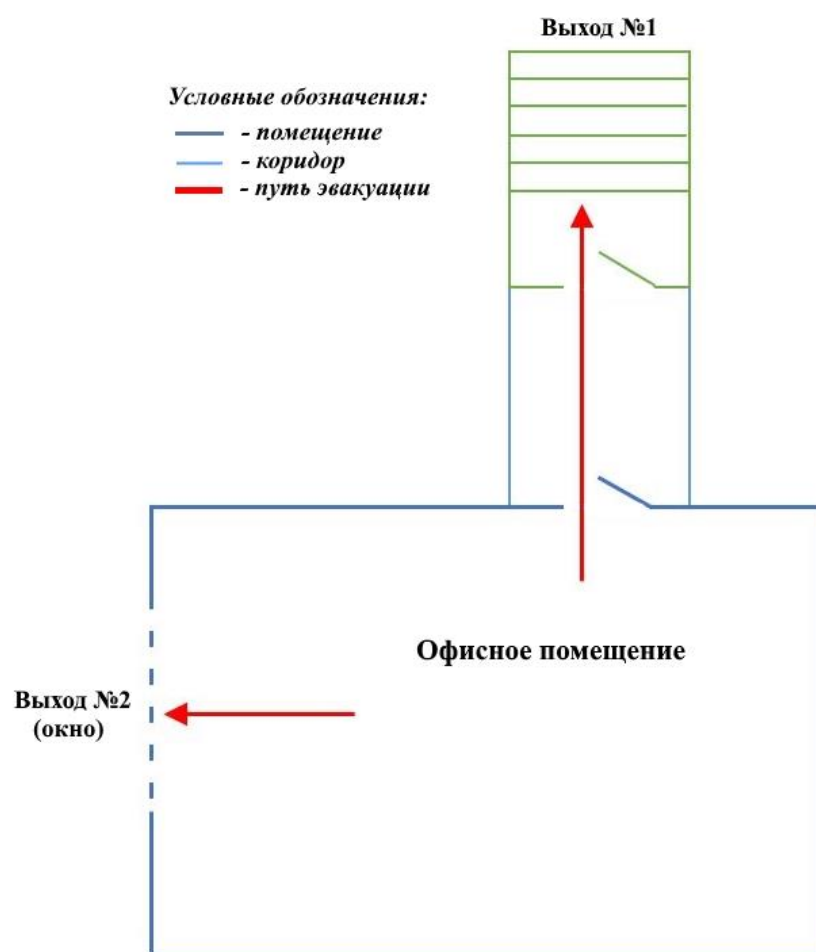
- 10) MPI Human Pose Dataset // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://human-pose.mpi-inf.mpg.de/>
- 11) COCO 2018 Keypoint Detection Task // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cocodataset.org/#keypoints-2018>
- 12) Shih-En Wei, Varun Ramakrishna, Takeo Kanade, Yaser Sheikh: Convolutional Pose Machines // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1602.00134.pdf>
- 13) Alex Krizhevsky, Ilya Sutskever, Geoffrey E. Hinton: ImgeNet Classification With Deep Convolutional Neural Networks // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cs.toronto.edu/~fritz/absps/imagenet.pdf>
- 14) Цветовая модель RGB // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://delovoygorod.com/e_rgb.html
- 15) Декодирование JPEG для чайников // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/post/102521/>
- 16) ИНТУИТ, Основы теории нейронных сетей, Лекция 14: Неоконитрон // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/lecture/20553?page=3>
- 17) ИНТУИТ, Основы теории нейронных сетей, Лекция 13: Когнитрон // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.intuit.ru/studies/courses/88/88/lecture/20551?page=5>
- 18) YouTube, официальный канал Рособнадзора // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/user/RosObrNadzor>
- 19) Введение в JSON // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.json.org/json-ru.html>
- 20) Официальный ресурс библиотеки OpenCV // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://opencv.org/>
- 21) Официальный ресурс фреймворка Caffe // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://caffe.berkeleyvision.org/>
- 22) Tim Fisher: Central Processing Unit (CPU) // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.lifewire.com/what-is-a-cpu-2618150>

23) Официальный ресурс фреймворка TensorFlow // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tensorflow.org/>

24) Наука и технологии в России – «Количество нарушений на ЕГЭ снизилось по сравнению с прошлым годом» // [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://obrnadzor.gov.ru/ru/press_center/press/index.php?id_4=4836&m_4=0&ps_4=10&q_4=нарушения+егэ&sp_4=0&sy_4=0&ul_4=1017&wm_4=0&from_4=24

ПРИЛОЖЕНИЕ А



ЛИСТИНГ 1

```
// Specify the paths for the 2 files
string protoFile = "pose/mpi/pose_deploy_linevec_faster_4_stages.prototxt";
string weightsFile = "pose/mpi/pose_iter_160000.caffemodel";

// Read the network into Memory
Net net = readNetFromCaffe(protoFile, weightsFile);
//
Mat frame = imread("single.jpg");
// Specify the input image dimensions
int inWidth = 368;
int inHeight = 368;

// Prepare the frame to be fed to the network
Mat inpBlob = blobFromImage(frame, 1.0 / 255, Size(inWidth, inHeight),
Scalar(0, 0, 0), false, false);

// Set the prepared object as the input blob of the network
net.setInput(inpBlob);

Mat output = net.forward();

int H = output.size[2];
int W = output.size[3];

// find the position of the body parts
vector<Point> points(15);
for (int n=0; n < 15; n++) { // Probability map of corresponding body's part.
Mat probMap(H, W, CV_32F, output.ptr(0,n)); Point2f p(-1,-1); Point maxLoc;
double prob; minMaxLoc(probMap, 0, &prob, 0, &maxLoc); if (prob > thresh)
{
    p = maxLoc;
    p.x *= float(frameWidth) / W ;
    p.y *= float(frameHeight) / H ;
}
points[n] = p;
}

for (int n = 0; n < nPairs; n++)
{
    // lookup 2 connected body parts
    Point2f partA = points[POSE_PAIRS[n][0]];
    Point2f partB = points[POSE_PAIRS[n][1]];

    if (partA.x<=0 || partA.y<=0 || partB.x<=0 || partB.y<=0)
        continue;

    line(frame, partA, partB, Scalar(0,255,255), 10);
    circle(frame, partA, 10, Scalar(0,0,255), -1);
    circle(frame, partB, 10, Scalar(0,0,255), -1);
}
```